

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2002 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

013354188 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2000-526127/200048

XRPX Acc No: N00-388983

Tilting mechanism for an optical lens has structured couplings between the inner and outer rings to give a tilting movement round two axes without distortion stresses on the outer ring

Patent Assignee: ZEISS FA CARL (ZEIS ); ZEISS CARL (ZEIS ); ZEISS STIFTUNG T/A CARL ZEISS (ZEIS ); ZEISS STIFTUNG CARL (ZEIS )

Inventor: WEBER U

Number of Countries: 027 Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 1028342	A1	20000816	EP 2000102490	A	20000205	200048 B
DE 19905779	A1	20000817	DE 1005779	A	19990212	200048
JP 2000235134	A	20000829	JP 200028740	A	20000207	200056
US 6271976	B1	20010807	US 2000490890	A	20000127	200147

Priority Applications (No Type Date): DE 1005779 A 19990212

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

EP 1028342 A1 G 11 G02B-007/00

Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT  
LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI

DE 19905779 A1 G12B-005/00

JP 2000235134 A 7 G02B-007/02

US 6271976 B1 G02B-007/02

Abstract (Basic): EP 1028342 A1

NOVELTY - The appts. to give a tilting action round at least one axis, and especially for a lens carried by an inner ring (7), has at least three mounting points for it at a frame or outer ring (8). The tilt action on the lens is adjusted by setting units using a number of couplings (1-6). Some couplings are supports (1-4) between the inner (7) and outer (8) rings, so that the inner ring (7) can only rotate round two tilt axes (x,y) at right angles to each other. Two further setting couplings (5,6) support torques round the two axes, and set the tilting angle. The tilting axes (x,y) run through a third axis (z) through the position of the support couplings (1-4), which have their axes angled to the third axis (z). The support couplings (1-4) each have two joints (10,11) as their links with the inner (7) and outer (8) rings.

USE - The assembly is for tilting an object, and especially an optical lens, such as for use in semiconductor lithography

ADVANTAGE - The structure gives the lens an accurate tilting movement round two axes, and prevents distortion stresses at the outer ring.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic and perspective view of the lens tilting system.

couplings (1-6)

inner ring (7)

outer ring (8)

coupling joints (10,11)

axes (x,y,z)

pp; 11 DwgNo 1/9

Title Terms: TILT; MECHANISM; OPTICAL; LENS; STRUCTURE; COUPLE; INNER;  
OUTER; RING; TILT; MOVEMENT; ROUND; TWO; AXIS; DISTORT; STRESS; OUTER;  
RING

Derwent Class: P81

International Patent Class (Main): G02B-007/00; G02B-007/02; G12B-005/00

International Patent Class (Additional): G02B-007/198

File Segment: EngPI

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-235134

(P2000-235134A)

(43) 公開日 平成12年8月29日 (2000.8.29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 B 7/02		G 0 2 B 7/02	A
			C
7/198		7/18	B

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-28740 (P2000-28740)

(22) 出願日 平成12年2月7日 (2000.2.7)

(31) 優先権主張番号 1 9 9 0 5 7 7 9 . 6

(32) 優先日 平成11年2月12日 (1999.2.12)

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 599172623

カールツアイススチフュング トレデ

イング エーエス カール ツアイス

ドイツ国 デー-89518 ハイデンハイム

(72) 発明者 ウルリッヒ ウェパー

ドイツ国 デー-89551 コエニングスボ

ロン, ロシュルーケンストラッセ 5

(74) 代理人 100078835

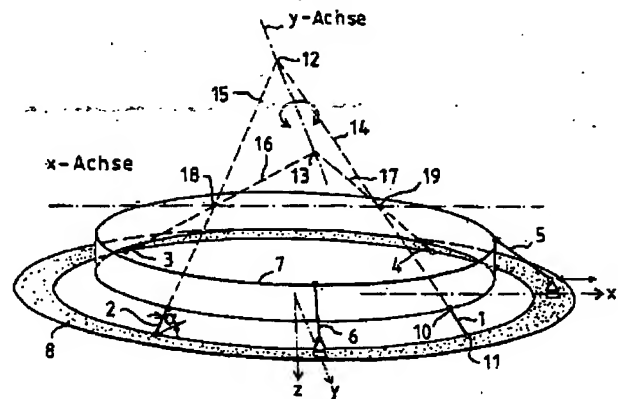
弁理士 村田 幹雄

(54) 【発明の名称】 少なくとも一本の軸線の周りで物体を、特に光学エレメントを傾動する装置

(57) 【要約】

【課題】 内部リングで支承された物体が、マウントや外部リングから、変形に関して分離されて正確に旋回され得るようにする。

【解決手段】 少なくとも一本の軸線の周りで、特にレンズ9等の光学エレメントの物体を傾動する装置では、物体は、内部リング7によって支持され、少なくとも3つの支承点を介してマウント又は外部リング8に接続されている。物体9の傾動は、調節エレメントによって調節可能である。複数のリンク1~6は、調節エレメントとして設けられており、その幾つかは、支持リンク1~4として、内部リング7がただ2本の互いに直交した傾動軸線 (x、y軸線) の周りでのみで回転できるように外部リング8に対して内部リング7を支承している。2本の更に別のリンクが、調節リンク5、6として互いに直交した傾動軸線の周りの振りモーメントを支持している。傾動角度は、調節リンク5、6を調節することで調節される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一本の軸線の周りで物体を、特にレンズ等の光学エレメントを傾動する装置であって、光学エレメントの場合の物体が、内部リングによって支持されていると共に少なくとも3つの支持点を介してマウント又は内部リングに接続されており、z軸線（光軸）に直交している軸線周りでのその物体の傾動が、調節エレメントによって調節可能となっており、そこで、複数のリンク（1-6）は、調節エレメントとして設けられており、その内の幾つかは、支持リンク（1-4）として、内部リング（7）が2本の相互に直交した傾動軸線（xとyの軸線）の周りでのみ回転できるように外部リング（8）又はマウントに対して内部リング（7）を支承しており、2本の更に別のリンクは、調節リンク（5、6）として、相互に直交した傾動軸線の周りで振りモーメントを支持しており、また傾動角度は、調節リンク（5、6）を調節することで調節可能となっていることを特徴とする少なくとも一本の軸線の周りで物体を、特に光学エレメントを傾動する装置。

【請求項2】 支持リンク（1-4）は、傾動軸線（xとyの軸線）がz軸線を通して延びるように配置されている請求項1記載の装置。

【請求項3】 支持リンク（1-4）の軸線は、z軸線に対して傾斜されている請求項1記載の装置。

【請求項4】 支持リンク（1-4）は、傾動軸線（xとyの軸線）が物体の異なった側面上に存在している請求項1記載の装置。

【請求項5】 支持リンク（1-4）は、内部リング（7）上に接線方向に作用する請求項4記載の装置。

【請求項6】 各場合における支持リンク（1-4）は、2つの継手（10、11）を有しており、それらによって、内部リング（7）と外部リング（8）又はマウントとの間の接続が、別々に確立されている請求項1記載の装置。

【請求項7】 継手（10、11）は、固体継手として構成されている請求項6記載の装置。

【請求項8】 継手（10、11）は、ボールジョイント（28、29）として構成されている請求項6記載の装置。

【請求項9】 継手（10、11）は、内部リング（7）上と外部リング（8）上において球面が設けられている請求項6記載の装置。

【請求項10】 調節リンク（5、6）には、設定エレメント（15）が設けられており、それによって調節移動の増速伝達シフトが可能になる請求項1記載の装置。

【請求項11】 調節ネジ（15）は、伝達レバー（21-27）を介して調節リンク（5、6）に作用するもので、設定エレメントとして設けられている請求項10記載の装置。

【請求項12】 内部リング（7）に接続されていない

方の調節リンク（5、6）の端部は、平行ガイド（24、25、27）を介して外部リング（8）に接続されており、また伝達レバー（21、22）は平行ガイドに作用している請求項11記載の装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、請求項1の前提命題部分に記載のように、少なくとも一本の軸線の周りで物体を、特に光学エレメントを傾動する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 この種の装置は、DE 278 207号の特許出願公開明細書に説明されている。後で出てくるように、マウントには調節エレメントが設けられており、それらに個別に搭載された光学エレメントが、入れ子状のセル搭載チューブ内に配置されている。調節エレメントは、互いに直接隣接し合い且つ一方が他方内で互いに独立して回転される2つの環状ディスクから構成されている。環状ディスクは、一対のテーパ付きリングを形成しており、それらディスクの回転によって光学エレメントの光軸の所定の傾きが設定されるようにしている。このようにして、個々の光学エレメントの光軸は、レンズ系の機械的軸線に対して高い精度で整合される。このタイプの装置は、光学エレメントが合わされているレンズ系の光軸に整合していない個々の光学エレメントの光軸を合わせることができるようになっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 光学エレメントの光軸が歪んだ状態は、例えば外部リングの製造上の不正確さや、又はそのフランジの不均一性によって惹起され得るものである。DD 278 207号の特許出願公開明細書に係る調節エレメントは、レンズ系軸線からの光学エレメントの光軸のずれを修正できるようにしているが、しかし、半導体の平板印刷に使うレンズ系に必要とされている高い精度には修正できない。その理由は、一対のテーパ付きリングによる調節は、摩擦によって影響を受け、結果的にいわゆる固着-滑りの作用やヒステリシス作用が生じて『過剰』修正を来たしてしまうためである。従って、望ましい調節よりも若干行き過ぎた調節が常に行われてしまう。しかし、更に、公知装置の場合では、光学エレメントは、外部マウントから変形に関して分離されず、結果的にフランジの応力や変形が光学エレメントに転移されることになる。

【0004】 本発明は、物体が、特に光学エレメントが、少なくとも一本の軸線の周りで、特に2本の軸線の周りで非常に正確に旋回され得るように冒頭で掲げたタイプの装置を改善するという目的に基づいており、更に、本発明は、物体が同時にそのマウントや又はその外部リングから、変形に関して分離されるように企図されている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】この目的は、本発明に従って、請求項1の定義部分に述べられた特長によって達成される。本発明に依れば、内部リングは光学エレメントを支承しており、そこで合計で6本のリンクを介してマウント又は外部リングに接続されている。4本のリンクは、この場合、内部リングが2本の相互に直交した傾動軸線の周りでのみ回転できるように、いわゆる支持リンクとしての働きをしている。2本の他のリンクは、調節リンクとしての働きを行い、2本の傾動軸線周りの振りモーメントを別々に支持すると共に、同時に傾動角度を設定し、調節する働きもする。リンクは、結果的に、内部リングの搭載が静的に確定され、変形に関して外部リングから内部リングを分離するのがこのように同時に達成されるという効果を有することになる。2本の傾動軸線は互いに直交しているので、傾動運動は相互に影響し合うことが無く、その理由のために、調節が一方向で行われる時にその後の修正が必要無くなる。

【0006】もし、本発明の非常に有利な設計において、物体が光学エレメントの場合に、2本の傾動軸線が $z$ 軸線を、即ち光軸を通して延びていれば、傾動中の光学エレメントの垂直方向のずれの発生が防止されることになる。

【0007】支持リンクは、どんな所望の様式にでも設計され得る。例えば、固体継手か、又はボールジョイント等がこの目的のために使用され得ようし、内部リングと外部リングへの接続が、各場合において継手を介して、又は調節可能な又は従順な接続を介して行うことができる。

【0008】傾動マニピュレータの場合、これらマニピュレータは、経験上知られていて、また外部リング内の内部リングの3点搭載部材又は六脚搭載部材上に据え付けられていて、傾動中には光学エレメントは、傾動軸線が光軸に対してゆがんでいるために垂直方向のずれをこうむるが、これは、引き続き他の傾動軸線の周りの傾動によって調整されなければならない。2本の傾動軸線は、本発明に係る装置の光学エレメントの光軸を横切ることができるので、この場合、何ら軸方向のずれが傾動中に生じない。

【0009】公知の傾動マニピュレータの場合、カルダン式サスペンションは別として、傾動軸線が互いに直交していないので、傾動運動は依然として互いに影響し合っている。他方、本発明に係る装置の場合、傾動軸線は互いに直交しており、結果的に傾動運動は互いに影響し合うことはない。

【0010】本発明に依れば、調節範囲は、例えば平坦でない下に在る面に外部リングが螺合されることで外部リングが変形した場合に、静的に確定された搭載部材によって発生される内部リングと外部リング間の傾動角度を修正することができるように選定される。更に、内部

リングを意図的に傾ける場合も考え得るが、その傾きは、例えば固体継手の実施能力の理由で一般的に比較的小さな角度範囲に制限されている。

## 【0011】

【発明の実施の形態】更に別の有利な設計や展開については、他の従属請求項や、原則的に図面に基づいて以下に示された次の例示的实施例から明らかになる。以下、図面に基づいて本発明を説明する。そこで、図1は、内部リングと、支持及び調節のリンクと、外部リングとを備えた本発明に係る装置の斜視図を概略示しており、図2は、図1に係る装置の平面図を基本的表現で示しており、図3は、一つの構造設計における本発明に係る装置の平面図を示しており、図4は、図3の線I-V-I'に沿った断面を拡大表現で示している。

【0012】上記各図において、4本の支持リンク1、2、3、4と2本の調節リンク5、6は、内部リング7を外部リング8に接続している。上記内部リング7は、光学エレメント9を支承している（全体を明らかにするために図1には示されていない）。上記6本のリンクの各々は、継手10と更に別の継手11とを有しており、前者によって関連リンクは、内部リング7に接続されており、また後者によって関連リンクは、同様に外部リング8か又は該外部リング8によって保持された調節機構（図5の符号21-27を参照）に接続されている。継手10、11は、ボールジョイント又は固体継手として、又は同様に設計し得るものである。

【0013】内部リング7を外部リング8に6本のリンクを介して接続すると、内部リング7は、外部リング8やマウントの製造上の不正確さや、後者の変形から分離されるという効果が得られる。しかし、同時に調節が、2本の互いに直交した軸線、即ち $x$ 軸線と $y$ 軸線の周りで6本のリンクによって行われる。このことは、次のように行われる。

【0014】内部リング7は、ほんの二度の自由度が、即ち $x$ 軸線と $y$ 軸線の周りの自由度が内部リング7に対して残っているように、4本の支持リンク1、2、3、4によって外部リング8上に支持されている。これら2本の軸線は、傾動軸線を代表している。回転軸線又は傾動軸線としての $y$ 軸線は、この場合には交点12、13によって与えられ、それら点を結ぶ線は $y$ 軸線を代表している。このための交点12は、支持リンク2の延長線15と共に支持リンク1の延長線14によって与えられ、また交点13は、支持リンク4の延長線17と共に支持リンク3の延長線16によって与えられる。

【0015】同様に、回転軸線又はそれに対して90°を成している傾動軸線は、即ち $x$ 軸線は、交点18、19を通る連結線によって形成される。交点18は、この場合、支持リンク3の延長線16と共に支持リンク2の延長線15によって与えられる。交点19は、支持リンク4の延長線17と共に支持リンク1の延長線

14によって与えられる。もう一つ別の方式で表現すると、例示の実施例では、支持リンク1、2は一方の平面を形成し、また支持リンク3、4は他方の平面を形成し、それら2つの面の交差線は傾動軸線を表している。

【0016】支持リンク1から4についてのこの設計と構成とによって、回転軸線又は傾動軸線のx、y軸線は、正確にz軸線を通過する。同時に、設定角度 $\alpha$ は、支持リンク1、2、3、4とxy平面との間の角度の内の支持リンク設定角度として存在している。しかし、見受けられるように、図1に示された例示の実施例に係る2本の傾動軸線は、互いに対して垂直方向にずれており、その理由で傾動中に横方向のずれが起きる。2本の傾動軸線が、内部リング7により接近して存在すればする程、即ちxy平面に対して支持リンクの設定角度 $\alpha$ がより浅くなれば成程、横方向のずれはより小さくなる。しかし、この場合、z方向における本装置の剛性が悪くなって不利である。逆に、z軸線に対する支持リンクの角度 $\alpha$ がより急になったり又はより大きくなれば成程、傾動軸線は外部リング8からより遠くに存在したり、本装置はz方向においてより剛性が高くなるが、しかし、横方向のずれがそれ相応に増大する。このことは、実際には、支持リンクの設定角度 $\alpha$ は、所望の必要条件に従って選定されることを意味している。

【0017】調節リンク5は、内部リング7又は外部リング8のx軸線上に存在しており、y軸線周りの振りモーメントを支持している。回転のy軸線の周りにおける内部リング7の傾動角度は、外部リング8に対するx方向における調節リンク5の変位によって設定されることになる。

【0018】調節リンク6は、x軸線周りの振りモーメントを支持しており、またこの目的の為に、外部リング8のy軸線上に配置されている。外部リング8に対するy方向における調節リンク6の変位によって、x軸線周りの内部リング7の傾動角度は設定されることになる。

【0019】配置角度 $\psi$ は、平面図で内部リング7に対する支持リンク1から4の配置を説明する(図2を参照)。配置角度 $\psi$ は、内部リング7上における各々の支持リンク1、2、3、4の接点の接線とxy平面内に突入された支持リンクの接点の接線との間の角度である。支持リンク1、2、3、4の配置角度 $\psi$ は、結果的に互いに対して傾動軸線の軸方向位置を確立することになる。支持リンク1、2、3、4の設定角度 $\alpha$ は、外部リング8からの傾動軸線の高さを決定するので、配置角度 $\psi$ は、設定角度 $\alpha$ をx傾動軸線に対する設定角度とy傾動軸線に対する設定角度とに分割するものであり、前者のx傾動軸線に対する設定角度は、設定角度 $\alpha$ のyz平面上への投影であり、後者のy傾動軸線に対する設定角度は、設定角度 $\alpha$ のzx平面上への投影である。

【0020】もし、支持リンク1、2、3、4が内部リングに対して半径方向に整合されていれば( $\psi=90$

°)、投影された角度 $\alpha$ は同じ大きさとなっており、また結果的にxとyの傾動軸線は外部リング8から等距離に存在している。xとyの傾動軸線は、交差し、その際に水平平面を形成する。この場合、更に両傾動方向に対して等しい横方向のずれも存在している。支持リンク1から4は、内部リング7に対して接線方向( $\psi=0^\circ$ )から半径方向( $\psi=90^\circ$ )までに渡って配置され得よう。支持リンク1から4の接線配置の場合、一方の傾動軸線は外部リング8の上方に存在し、他方の傾動軸線は、外部リング8の下方に同じ距離で存在している(図示を省略)。

【0021】このことは、2本の傾動軸線が、即ちxとyの軸線が、このように内部リング7又は外部リング8の異なった側に存在していることを意味している。この設計の長所は、省スペース構成の設計となっていることである。本装置に対する必要条件と、空間条件に応じて、もし必要ならば、半径方向と接線方向の間のあらゆる配置角度 $\psi$ が可能となる。支持リンク1、2、3、4の配置角度 $\psi$ を選択する場合、交差ししない傾動軸線は、2つの傾動方向において異なった横方向ずれをもたらすことを考慮すべきである。

【0022】図2から図6では、支持リンク1、2、3、4と調節リンク5、6に対する可能な設計が、基本的な表現で平面図で示されている。見受けられるように、支持リンク1、2、3、4は、常に内部リングに対して $45^\circ$ を成す直線上に存在している。更に、支持リンク1、2、3、4は、各々継手11を介して外部リング8に、継手10を介して内部リング7に接続されている。図4は、図3の線IV-IV線に沿った断面を示しており、固体継手として支持リンク1から4を設計しており、拡大表現となっている。この場合、節動点10、11も見受けられる。

【0023】2本の調節リンク5、6は、それらに直接的に作用するか、又は調節ネジ20(図5の基本的表示を参照)によるかのいずれかで調節されるもので、その調節ネジ20は、或る伝達率で平行ガイドによってxとyの軸線の方向(矢印を参照)における調節リンク5、6の調節作用を行う。

【0024】ただ例示的に示した平行ガイドは、調節ネジ20が作用する伝達レバー21を有している。伝達レバー21は、アングルレバー23の延長部22に継手で接続されており、そのアングルレバー23は、次に駆動脚24としてのその他方の脚によって調節リンク5又は6の調節板25に接続されている。調節アングル23は、継手接続部26を介して外部リング8に接続されている。別の脚27を介して、調節板25は、もう一度外部リング8に継手結合状態で接続されている。調節アングル23と、調節板25と、脚27は、調節リンク5又は6の継手11に対する平行ガイドを形成している。図示のように、矢印の方向への調節ネジ20の調節移動

は、x方向への調節リンク5の変位とy方向への調節リンク6の変位を起こすことになる。このように、各々xとyの方向への調節リンク5、6の非常に細かな変位又は設定は、かなりの調節移動を伴う調節ネジ20で得られる。

【0025】図6は、図3の断面VI-VIの詳細の拡大図として、固体継手10、11を備えた調節リンク5又は6の構造設計を示している。図7から図9は、支持リンクの幾つかの設計を示しているが、しかし、それらはただ例として考えるべきものである。

【0026】図7に示された支持リンク1、2、3、4には、継手10、11を形成する低摩擦のボールジョイント28、29が設けられている。図8は、一体的に造られた内部リング7と外部リング8の間の弾力性の薄い変遷点の形成によって正確になるようにするために、図1から図6に係る例示的实施例に示されているように、固体継手10、11を備えた支持リンク1から4の実施例を示している。

【0027】図9は、特別のタイプを示しており、支持リンク1から4は、内部リング7と外部リング8の間の球状面によって形成されるか、又はそれらの機能を有している。この場合、継手10、11は、内部リング7上の湾曲面と外部リング8上の湾曲面とによって形成されており、一方の曲率は他方の曲率よりも小さくなっている。この接続部の運動学上の旋回点10、11は、この場合に、球面の曲りの中心点上に存在している。

【0028】上述の例示的实施例の場合、本装置は、各場合において、内部リング7上での接触点が周囲に均等に配分されている4本の支持リンク1から4と、90°の角度を包含した2本の調節リンク5、6とを有している。

【0029】固体継手を備えた支持リンク1から4と調節リンク5、6の実施例の場合、補償リンクが、固体継手の曲げモーメントによって内部リング7が対称状に変形するように付加的に取り付けられる。そのような補償リンクは、調節リンク5、6に対して周囲方向に配置されるが、しかしそれら自身何ら調節機能を有するものではない。しかし、補償リンクは、更に他にも配置され得ることは言うまでもない。もし、そのような補償リンクの固体継手が、理想的な継手によって代替されるならば、内部リング7上の補償リンクは、全てで6度の自由度が許容されるものでなければならない。

【0030】各場合において4本の支持リンク1から4を備えた装置のみを上述したが、それと、また支持リン

クの設計も本発明の技術的範囲内において可能である。例えば、各場合において調節リンクに対して90°だけずれて配置され、一方が他方に向かい合って存在しているただ2本の支持リンクのみが存在している適用例も可能であり、それら調節リンクも同様に互いに向かい合って存在している。

【0031】レンズ9の代わりに、変形に関して分離されるミラーや或る他の光学エレメントも本光学エレメントとして設けられ得ることも言うまでもない。

#### 10 【図面の簡単な説明】

【図1】内部リングと、支持及び調節のリンクと、外部リングとを備えた本発明に係る装置の斜視図を概略示している。

【図2】図1に係る装置の平面図を基本的表現で示している。

【図3】一つの構造設計における本発明に係る装置の平面図を示している。

【図4】図3の線IV-IVに沿った断面を拡大表現で示している。

20 【図5】調節装置を備えた調節リンクの基本的表現の詳細を示している。

【図6】図3の線VI-VIに沿った断面を拡大表現で示している。

【図7】ボールジョイントを備えた支持リンクの拡大図を示している。

【図8】固体継手を備えた支持リンクの拡大図を示している。

【図9】球状面を有した支持リンクの拡大図を示している。

#### 30 【符号の説明】

1～6 リンク

1～4 支持リンク

5、6 調節リンク

7 内部リング

8 外部リング

10、11 継手

15 設定エレメント

21～27 伝達レバー

21、22 伝達レバー

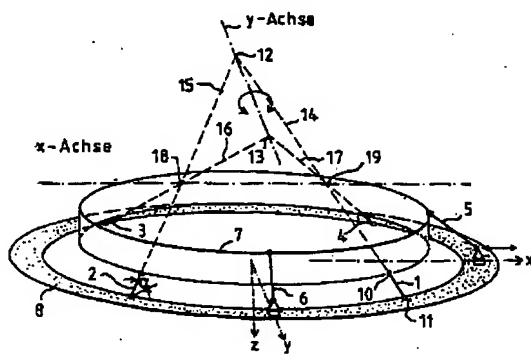
40 24、25、27 平行ガイド

28、29 ボールジョイント

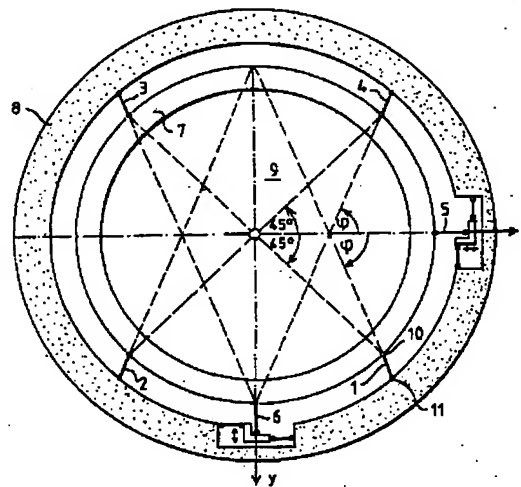
x x軸線

y y軸線

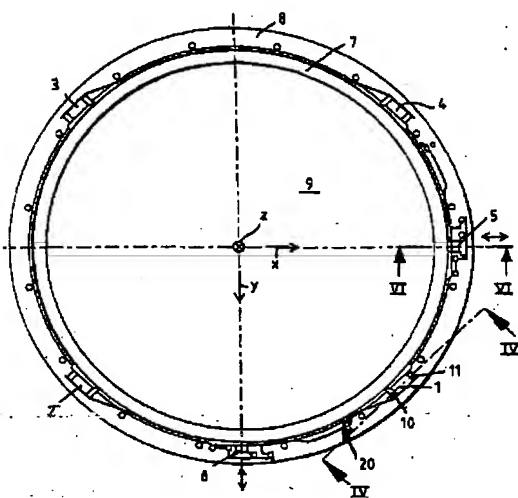
【図1】



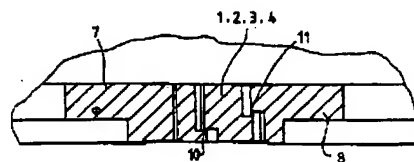
【図2】



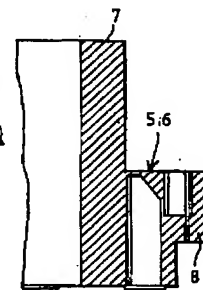
【図3】



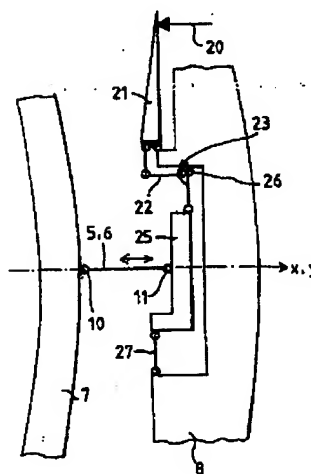
【図4】



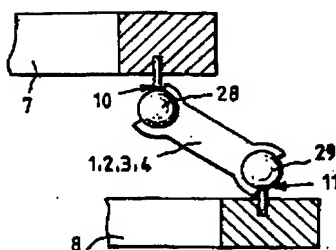
【図6】



【図5】

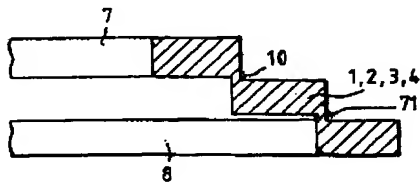


【図7】





【図8】



【図9】

